



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑯ **DE 198 80 317 C 2**

⑮ Int. Cl.⁷:

F 04 B 9/02

DE 198 80 317 C 2

⑯ Deutsches Aktenzeichen: 198 80 317.6-15
 ⑯ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP98/00618
 ⑯ PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 98/36172
 ⑯ PCT-Anmeldetag: 16. 2. 1998
 ⑯ PCT-Veröffentlichungstag: 20. 8. 1998
 ⑯ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 17. 6. 1999
 ⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 1. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität:

9/30124 14. 02. 1997 JP

⑯ Patentinhaber:

Karasawa Fine Co. Ltd., Saitama, JP

⑯ Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

⑯ Erfinder:

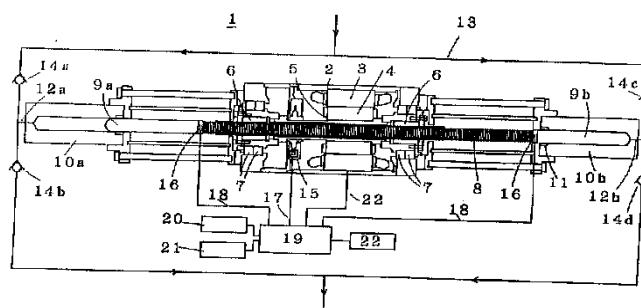
Karasawa, Yukihiko, Saitama, JP

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-PS	9 06 876
DE	43 00 512 A1
DE	39 31 544 A1
DE-OS	20 38 369

⑯ Hochdruckpumpe

⑯ Hochdruckpumpe, mit Tauchkolben, einem Motor (2) mit einem in Achsenrichtung der Drehwelle (5) verlaufenden Durchgangsloch und mit einer Schubübertragungswelle (8), die in Gewindegänge von drehbaren Schraubmuttern (6) eingreift, welche durch Drehen des Motors (2) betätigt werden, und die durch das Durchgangsloch verläuft und eine Hin- und Herbewegung ausführt, wobei ein Tauchkolben (9a, 9b), der eine Hin- und Herbewegung in einem Zylinder ausführt, an wenigstens ein Ende der Schubübertragungswelle (8) angeschlossen ist, und wobei ein Verstärkungsmechanismus mit einem exzentrischen Differentialgetriebe (30) zwischen der Drehwelle (5) des Motors (2) und der drehbaren Schraubmutter (6) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe, um eine Flüssigkeit unter hohen Druck zu setzen und insbesondere eine Hochdruckpumpe, die zu einer Energie- und Platzersparnis beiträgt und die auch einen von einem niedrigen zu einem hohen Druck reichenden vorgegebenen Druckwert erzeugen kann und einen sehr zuverlässigen Betrieb gewährleistet.

[0002] Verschiedene Pumpentypen werden verwendet, um Flüssigkeiten unter hohen Druck zu setzen. Als Antriebsquelle für diese Hochdruckpumpen sind ein motorgetriebenes System, ein hydraulisches Druckverstärkungssystem, ein pneumatisches Druckverstärkungssystem usw. bekannt.

[0003] Ein repräsentatives Beispiel für ein direkt gekoppeltes Motorsystem ist eine Dreiwege-Tauchkolbenpumpe, die gewöhnlich verwendet wird. Bei diesem Pumpentyp ist es erforderlich, ein großes Getriebe zur Geschwindigkeitsverringerung an einer Kurbelwelle anzubringen, um die Anzahl der Umdrehungen zu steuern und die Ausgangsleistung des Motors zu erhöhen. Es ist selbst in diesem Fall schwierig, die Geschwindigkeit auf weniger als 400 Umdrehungen je Minute zu verringern, und die obere Druckgrenze beträgt etwa 1500 kp/cm². Es ist vom Mechanismus her unmöglich, eine Flüssigkeitsfalle fortzulassen, und es ist praktisch unmöglich, eine Betriebsweise bei verschiedenen Flüssigkeitsphasen mit einer einzigen Pumpe auszuführen. Weiterhin kann der Druck dann, wenn der Hochdruckkreis aus irgend einem Grund geschlossen wird, ins Unendliche ansteigen, was bedeutet, daß es erforderlich ist, ein Sicherheitsventil vorzusehen und seine Zuverlässigkeit häufig zu bestätigen.

[0004] Beim hydraulischen Druckverstärkungssystem wird eine hydraulische Pumpe durch einen Elektromotor betätigt, und eine auf dem Prinzip von Pascal beruhende Verstärkungspumpe wird durch den Hydraulikdruck angetrieben, um den erforderlichen Hochdruck zu erhalten. Das System selbst muß jedoch eine hohe Größe aufweisen, weil eine hydraulische Pumpe, ein hydraulisches Ventil, ein hydraulischer Behälter usw. erforderlich sind. Weiterhin ist der energetische Wirkungsgrad verringert, weil elektrische Energie durch einen Motor und eine hydraulische Pumpe in einen Hydraulikdruck umgewandelt wird und diese Energie verwendet wird. Es ist weiterhin nicht möglich, eine Drucksteuerung unter dem Niveau "der niedrigste erzeugte Hydraulikdruck \times Verstärkungsverhältnis" zu erzielen. Weil die Ölttemperatur infolge der Änderung der Umgebungstemperatur schwankt, muß eine Feinregelung des Hydraulikdrucks ausgeführt werden.

[0005] Beim pneumatischen Druckverstärkungssystem wird der erforderliche Druck durch Antreiben einer Verstärkungspumpe durch komprimierte Luft auf der Grundlage des Prinzips von Pascal erreicht. Im allgemeinen wird jedoch wegen der Einschränkung durch das Gasgesetz bei hohem Druck ein pneumatischer Druck von 10 kp/cm² verwendet. Falls es daher erwünscht ist, einen hohen Druck zu erreichen, falls es beispielsweise erwünscht ist, den Druck von 2000 kp/cm² zu erreichen, muß das Verstärkungsverhältnis 200 betragen. Weil höhere Verstärkungsverhältnisse erforderlich sind, ist eine große Menge an Luft erforderlich, was bedeutet, daß ein sehr großer Luftkompressor bereitgestellt werden muß. Weiterhin muß ein Trockner bereitgestellt werden, weil die Feuchtigkeitbestandteile in der Luft entfernt werden müssen, was zu einer noch höheren Größe des Systems führt. Weil es nicht möglich ist, den Druck unter das Niveau des Verstärkungsverhältnisses zu verringern, ist es in diesem Fall selbst dann nicht möglich, einen Betrieb bei 100 kp/cm² oder darunter auszuführen, wenn diese

Pumpe beim niedrigsten Druck von 0,5 kp/cm² betrieben wird. Weil elektrische Energie durch einen Motor und einen Luftkompressor in einen pneumatischen Druck umgewandelt wird und diese Energie verwendet wird, ist der energetische Wirkungsgrad gering.

[0006] Wie oben beschrieben wurde, erfüllt keine der Hochdruckpumpen herkömmlichen Typs, die verwendet werden, um eine Flüssigkeit unter hohen Druck zu setzen, die Anforderungen einer leichtgewichtigen und kompakten

10 Konstruktion, einer Verbesserung des energetischen Wirkungsgrads, einer von einem niedrigen bis zu einem hohen Druck reichenden Genauigkeit des erzeugten Drucks im erforderlichen Druckbereich oder eines sehr zuverlässigen Betriebs.

15 [0007] Die DE 43 00 512 A1 betrifft einen Antrieb für eine Kraftstoffpumpe von Fahrzeugen, wobei eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung umgewandelt wird. Um wenig Bauraum zu beanspruchen, soll die Drehbewegung des Rotors des Elektromotors direkt auf die als Schraube

20 wirkende Spindel übertragen werden. Der Rotor ist auf einer als Mutter dienenden Hülse angebracht, wobei die Kraftübertragung zwischen der Hülse und der Spindel mittels in Rillen laufenden Kugeln erfolgt. Beschrieben wird ferner eine Variante, wonach die Spindel fest mit dem Kolben ver-

25 bunden und durch eine formschlüssige Verbindung mit dem Gehäuse des Elektromotors axial verschiebbar ist, sowie eine Variante, bei der der Rotor direkt auf der Spindel angeordnet ist und ein Teil des Gehäuses des Elektromotors als Mutter dient. Die Wicklungen des Rotors und des Stators sind supraleitend ausgeführt, was der Minimierung der Wärmeentwicklung dienen soll.

30 [0008] Die DE 39 31 544 A1 betrifft eine Tauchkolbenpumpe, bei der es möglich sein soll, das Auslaufen von Flüssigkeit zu beobachten. Der Tauchkolben ist über eine Feder und einen Federsitz mit einem Schieber verbunden, der von einem Motor angetrieben wird, wobei die Drehbewegung des Motors in eine hin und her gehende Bewegung des Schiebers umgewandelt wird.

35 [0009] Die DE-OS 20 38 369 betrifft eine Zylinderpumpe, bei der ebenfalls eine Drehbewegung in eine Linearbewegung umgewandelt wird. Die Tauchkolben sind über Kolbenstangen mit den beiden Enden einer Spindel verbunden, welche in eine Gewindehülse eingreift. Die Gewindehülse ist über ein Schneckenrad und eine Schnecke eines

40 Getriebes mit dem Motor verbunden.

[0010] Die DE-PS 906 876 betrifft einen Spindelantrieb, wobei die Spindelmutter über eine Kugellagerung formschlüssig mit der Schraubenspindel verbunden ist. Ferner dient die Spindelmutter als Antriebswelle eines Elektromotors, deren Drehbewegung in eine axiale Bewegung der Schraubenspindel umgewandelt wird.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Hochdruckpumpe mit geringem Energie- und Platzbedarf bereitzustellen. Bei der Erzeugung des von einem niedrigen Druck bis zu einem sehr hohen Druck reichenden erforderlichen Druckbereiches soll der Druck sehr genau eingestellt und ein sehr zuverlässiger Betrieb sowie eine zuverlässige Funktion mit sofortigem Unterbrechen des Betriebes sichergestellt werden, wenn der Hochdruckkreis geschlossen wird.

[0012] Im folgenden wird die vorliegende Erfindung mit Bezug auf die anliegende Zeichnung beschrieben:

[0013] Fig. 1 ist eine Schnittansicht einer Ausführungsform einer Hochdruckpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Hochdruckpumpe der vorliegenden Erfindung.

[0015] Eine Hochdruckpumpe 1 gemäß der vorliegenden



Erfahrung ist mit einem Elektromotor **2** zum Antreiben von Tauchkolben versehen, und ein gegenüber einem Ständer **3** des Motors angeordneter Läufer **4** ist an eine Drehwelle **5** angeschlossen, in deren Mitte sich ein in Längsrichtung verlaufendes Durchgangsloch befindet. An die Drehwelle sind drehbare Schraubmuttern **6** über Kugeln **7** angeordnet.

[0016] Eine Schubübertragungswelle **8** ist mit Gewindegängen der drehbaren Schraubmuttern **6** gekoppelt und wird durch die Drehung der drehbaren Schraubmuttern **6** hin- und herbewegt, und sie durchläuft die drehbare Welle. Ein Tauchkolben **9a** ist an einem Ende an die Schubübertragungswelle angeschlossen, und ein Tauchkolben **9b** ist an ihr anderes Ende angeschlossen. Beim Ändern der Drehrichtung des Motors führt die Schubübertragungswelle **8** die umgekehrte Bewegung aus.

[0017] Wenn die Tauchspule **9a** in der Figur nach links in einen Zylinder **10a** hineinbewegt wird, wird die Flüssigkeit unter Druck gesetzt, und zwei in einem Flüssigkeitskanal **13** angeordnete Absperr- oder Rückschlagventile **14a** werden betätigt, um den Flüssigkeitskanal zu schließen, und die Flüssigkeit im Zylinder wird unter Druck gesetzt und strömt durch einen Durchflussweg **12a** und ein Absperr- oder Rückschlagventil **14b** zum Flüssigkeitskanal hin aus. Wenn der Tauchkolben **9b** andererseits in einem Zylinder **10b** nach links bewegt wird, wird ein Absperr- oder Rückschlagventil **14d** geschlossen, während ein Absperr- oder Rückschlagventil **14c** geöffnet wird. Auf diese Weise wird die Flüssigkeit durch einen Durchflussweg **12b** gesogen.

[0018] Wenn die Drehrichtung des Motors umgekehrt wird, wird die Schubübertragungswelle in entgegengesetzter Richtung bewegt, und die Tauchkolben **9a** und **9b** werden entgegengesetzt betätigt. Beim in Fig. 1 dargestellten System sind an beiden Enden der Schubübertragungswelle Tauchkolben und Zylinder vorgesehen, und die Flüssigkeit kann fortwährend unter Druck gesetzt werden.

[0019] Eine Codiereinrichtung **15** zum Erfassen der Anzahl der Umdrehungen und anderer Werte ist am Motor vorgesehen, und ein Spannungs-Dehnungs-Sensor **16** ist an einer Schraubenwelle angebracht, und ein Drehgeschwindigkeitssignal **17** und ein Dehnungssignal **18** werden zu einer Steuereinrichtung **19** gesendet. Auf der Grundlage des Drehgeschwindigkeitssignals **17**, des Dehnungssignals **18**, eines Signals von einer Eingabeeinheit **20** und von in einem Speicher **21** gespeicherten Daten gibt die Steuereinrichtung **19** ein Motorregelsignal **22** aus, so daß in der Hochdruckpumpe ein vorgegebener Druck erzeugt wird. Weiterhin werden verschiedene Typen von Informationen bezüglich des Betriebs der Hochdruckpumpe an einer Anzeigeeinheit **23** angezeigt.

[0020] Beim System der vorliegenden Erfahrung ist ein Spannungs-Dehnungs-Sensor an der Schubübertragungswelle befestigt. Er führt in Kombination mit der Codiereinrichtung eine sehr genaue Drucksteuerung aus, und es besteht keine Notwendigkeit, einen Druckdetektor im Hochdruck-Flüssigkeitskanal anzuschließen. Bei einem hydraulisch angetriebenen System ändert sich der auf die Flüssigkeit einwirkende Druck infolge von durch zeitliche Änderungen des Hydraulikdrucks bewirkte Druckschwankungen impulsförmig, was bedeutet, daß ein Druckausgleich erforderlich ist. Beim System der vorliegenden Erfahrung, bei dem der Spannungs-Dehnungs-Sensor und die Codiereinrichtung vorgesehen sind, kann der Druck sehr genau geregelt werden. Wenn die Flüssigkeit weiterhin durch einen anderen Flüssigkeitstyp ersetzt wird, bleibt die zuvor verwendete Flüssigkeit in keinem Abschnitt des Flüssigkeitskanals zurück, was bedeutet, daß keine Möglichkeit einer Verunreinigung durch den verbleibenden Flüssigkeitsbestandteil besteht.

[0021] Wenn der Flüssigkeitskanal bei einem Ausfall geschlossen wird, kann der Betrieb durch diese Sensoren sofort unterbrochen werden.

[0022] Bei der Hochdruckpumpe der vorliegenden Erfahrung sind Zylinder an den Enden der Antriebseinheiten der Tauchkolben angebracht, wodurch das Ersetzen der Zylinder und die Wartung des Systems vereinfacht sind.

[0023] Beim in Fig. 1 dargestellten System wurde ein Tauchkolben mit einem Durchmesser von 12,7 mm und einem Hub von 146 mm verwendet, und eine Düse mit einem Durchmesser von 0,1 mm war auf der Hochdruck-Ausgangsseite angebracht. Wasser wurde als Flüssigkeit verwendet, und der Motor wurde gedreht, um den Tauchkolben in 4 Sekunden durchgehend zu schieben. Daraufhin wurde

die Drehung des Motors umgekehrt und die entgegengesetzte Bewegung ausgeführt. Auf diese Weise wurde ein Druck von 2000 kp/cm² erreicht. An beiden Enden der Schubübertragungswelle ist eine Hochdruckeinheit mit dem gleichen Tauchkolben und dem Zylinder angeschlossen. Daher beträgt die Ausströmung bei einem Ausgangsdruck von 2000 kp/cm² 15 Takte je Minute, und die Ausströmrate je Takt beträgt 19,5 ml. Auf diese Weise strömen in einer Minute 277 ml aus.

[0024] Beim System der vorliegenden Erfahrung wurde ein Motor mit einer Ausgangsleistung von 5,5 kW verwendet.

[0025] Die Gesamtlänge des Systems betrug 900 mm, sein maximaler Durchmesser betrug 210 mm und sein Gesamtgewicht betrug 60 kg. Die erforderliche Leistung betrug 1,2 kW und der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung erreichte 75%.

[0026] Wie oben beschrieben wurde, ist es beim System der vorliegenden Erfahrung möglich, einen Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zu erzielen, der etwa 50% höher ist als beim hydraulisch angetriebenen System. Die erforderliche Leistung beträgt etwa 1/3 derjenigen des pneumatisch angetriebenen Systems. Der erforderliche Raum zur Montage beträgt etwa 1/10 desjenigen des hydraulisch angetriebenen Systems und etwa 1/20 desjenigen des pneumatisch angetriebenen Systems.

[0027] In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform der Hochdruckpumpe der vorliegenden Erfahrung dargestellt.

[0028] Beim in Fig. 2 dargestellten System wird eine Flüssigkeit unter Verwendung zweier vertikaler Hochdruckpumpen, die jeweils nur an einem Ende einen Tauchkolben aufweisen, unter Druck gesetzt.

[0029] Eine Hochdruckpumpe **1** ist mit einem Motor **2** zum Antreiben der Tauchkolben versehen, und ein gegenüber einem Ständer **3** des Motors angeordneter Läufer **4** ist an eine Drehwelle **5** angeschlossen, die ein mit der zentralen Drehwelle konzentrisches Durchgangsloch aufweist. Am unteren Ende der Drehwelle sind drehbare Schraubmuttern **6** über ein exzentrisches Differentialgetriebe **30** angebracht, und die drehbaren Schraubmuttern sind über Kugeln **7** angebracht. Ein feststehendes Getriebe **31** des an einem Ende der Drehwelle angebrachten exzentrischen Differentialgetriebes ist an der Eingangsseite des exzentrischen Differentialgetriebes mit einem Coriolis-Getriebe **32** gekoppelt. Von einem Coriolis-Getriebe **33** an der Abtriebseite des exzentrischen Differentialgetriebes wird eine Drehkraft zu einem Ausgangsgetriebe **34** des an die drehbare Schraubmutter **6** angeschlossenen exzentrischen Differentialgetriebes übertragen. Auf diese Weise kann der Druck zum Drehen des Motors verstärkt werden.

[0030] Durch das Durchgangsloch der Drehwelle tritt eine Schubübertragungswelle **8**, die eine entgegengesetzte Bewegung ausführt, wenn die Drehrichtung der drehbaren Schraubmutter **6** geändert wird. Ein Tauchkolben **9** ist an



das untere Ende der Schubübertragungswelle angeschlossen, und der Tauchkolben 9 tritt in den Zylinder 10 ein, um die Flüssigkeit unter Druck zu setzen. Eine Dichtung 11 ist am Zylinder vorgesehen, um ein Auslaufen der Flüssigkeit zu verhindern. Der Zylinder ist über einen Durchflussweg 12, wo die Flüssigkeit ein- oder ausströmt, an einen Abschnitt zwischen zwei Absperr- oder Rückschlagventilen 14 an einem Flüssigkeitskanal 13 angeschlossen. Durch den Betrieb der beiden Absperr- oder Rückschlagventile wird die Flüssigkeit angesogen oder unter Druck gesetzt. Eine Codiereinrichtung 15 zum Erkennen der Anzahl der Umdrehungen und anderer Werte ist am Motor angeordnet, und ein Spannungs-Dehnungs-Sensor 16 ist an der Schraubwelle angebracht. Auf diese Weise werden ein Drehgeschwindigkeitssignal 17 und ein Dehnungssignal 18 zu einer Steuereinrichtung 19 übertragen. Auf der Grundlage des Drehgeschwindigkeitssignals 17, des Dehnungssignals 18, eines von einer Eingabeeinheit 20 gesendeten Signals und von in einem Speicher 21 gespeicherten Daten gibt die Steuereinrichtung ein Motorregelsignal 22 aus, um die Hochdruckpumpe so zu regeln, daß ein vorgegebener Druck in ihr erzeugt wird. Verschiedene Typen von Informationen bezüglich des Betriebs der Hochdruckpumpe werden an einer Anzeigeeinheit 23 angezeigt.

[0031] Wenn die Drehrichtung des Motors und die Anzahl der Umdrehungen so geregelt werden, daß sich einer der Tauchkolben an der obersten Position befindet, während sich der andere Tauchkolben an der untersten Position befindet, und wenn einer der Tauchkolben eine Druckerhöhung vornimmt, führt der andere einen Saugvorgang aus. Auf diese Weise kann die Flüssigkeit fortwährend unter Druck gesetzt werden.

[0032] Beim in **Fig. 2** dargestellten System war ein exzentrisches 10 : 1-Differentialgetriebe zwischen der Drehwelle des Motors und der drehbaren Schraubmutter angeordnet, und es wurde ein Hochdruck-Tauchkolben mit einem Durchmesser von 50 mm und einem Hub von 410 mm verwendet. Eine Düse mit einem Durchmesser von 0,8 mm war auf der Hochdruck-Ausgangsseite angebracht, und Wasser wurde als Flüssigkeit verwendet. Wenn die Druckausübung bei 2000 kp/cm² ausgeführt wurde, wurde eine Ausströmung von 16,7 Liter je Minute erreicht. Bei diesem Betrieb betrug die Anzahl der Umdrehungen für jede Pumpe 10,4 je Minute.

[0033] Bei einem hydraulisch angetriebenen System ist dagegen eine Leistung von 75 kW oder darüber erforderlich, um einen Ausstoß von tausend Litern je Minute bei 2000 kp/cm² zu erreichen. Beim System der vorliegenden Erfindung beträgt die erforderliche Leistung 27,5 kW, was etwa 1/3 derjenigen des hydraulisch angetriebenen Systems ist. Beim pneumatisch angetriebenen System ist es weiterhin nicht möglich, eine Pumpe mit der gleichen Kapazität zu erhalten.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Flüssigkeit durch einen anderen Flüssigkeitstyp ersetzt wird, bleibt die zuvor verwendete Flüssigkeit nicht im Kanal, und es besteht nicht die Möglichkeit einer Verunreinigung durch den verbliebenen Flüssigkeitsbestandteil. Weiterhin ist ein Zylinder am Ende der Antriebseinheit des Tauchkolbens angebracht, wodurch das Ersetzen des Zylinders und die Wartung des Systems erleichtert sind.

Patentansprüche

1. Hochdruckpumpe, mit Tauchkolben, einem Motor (2) mit einem in Achsenrichtung der Drehwelle (5) verlaufenden Durchgangsloch und mit einer Schubübertragungswelle (8), die in Gewindegänge von drehbaren Schraubmuttern (6) eingreift, welche durch Drehen des Motors (2) betätigt werden, und die durch das Durchgangsloch verläuft und eine Hin- und Herbewegung ausführt, wobei ein Tauchkolben (9a, 9b), der eine Hin- und Herbewegung in einem Zylinder ausführt, an wenigstens ein Ende der Schubübertragungswelle (8) angeschlossen ist, und wobei ein Verstärkungsmechanismus mit einem exzentrischen Differentialgetriebe (30) zwischen der Drehwelle (5) des Motors (2) und der drehbaren Schraubmutter (6) angeordnet ist.
2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, wobei ein Spannungs-Dehnungs-Sensor (16) am Tauchkolben (9) und/oder an der Schubübertragungswelle (8) vorgesehen ist.
3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, wobei ein Tauchkolben (9a, 9b) an jedes Ende der Schubübertragungswelle (8) angeschlossen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

[0034] Bei der Pumpe gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Drehung des Motors in eine Hin- und Herbewegung der in der Drehwelle angebrachten Schubübertragungswelle geändert, und Tauchkolben sind an die Schubübertragungswelle angeschlossen. Auf diese Weise kann die Pumpe kompakt aufgebaut sein. Weil der Spannungs-Dehnungs-Sensor in der Schubübertragungswelle vorgesehen ist, kann eine sehr genaue Drucksteuerung durch ein Dehnungssignal vom Spannungs-Dehnungs-Sensor und durch ein Drehsignal von der Codiereinrichtung erreicht werden. Es besteht demgemäß keine Notwendigkeit, einen Druckdetektor im Hochdruck-Flüssigkeitskanal vorzusehen. Selbst dann, wenn die



FIG. 1

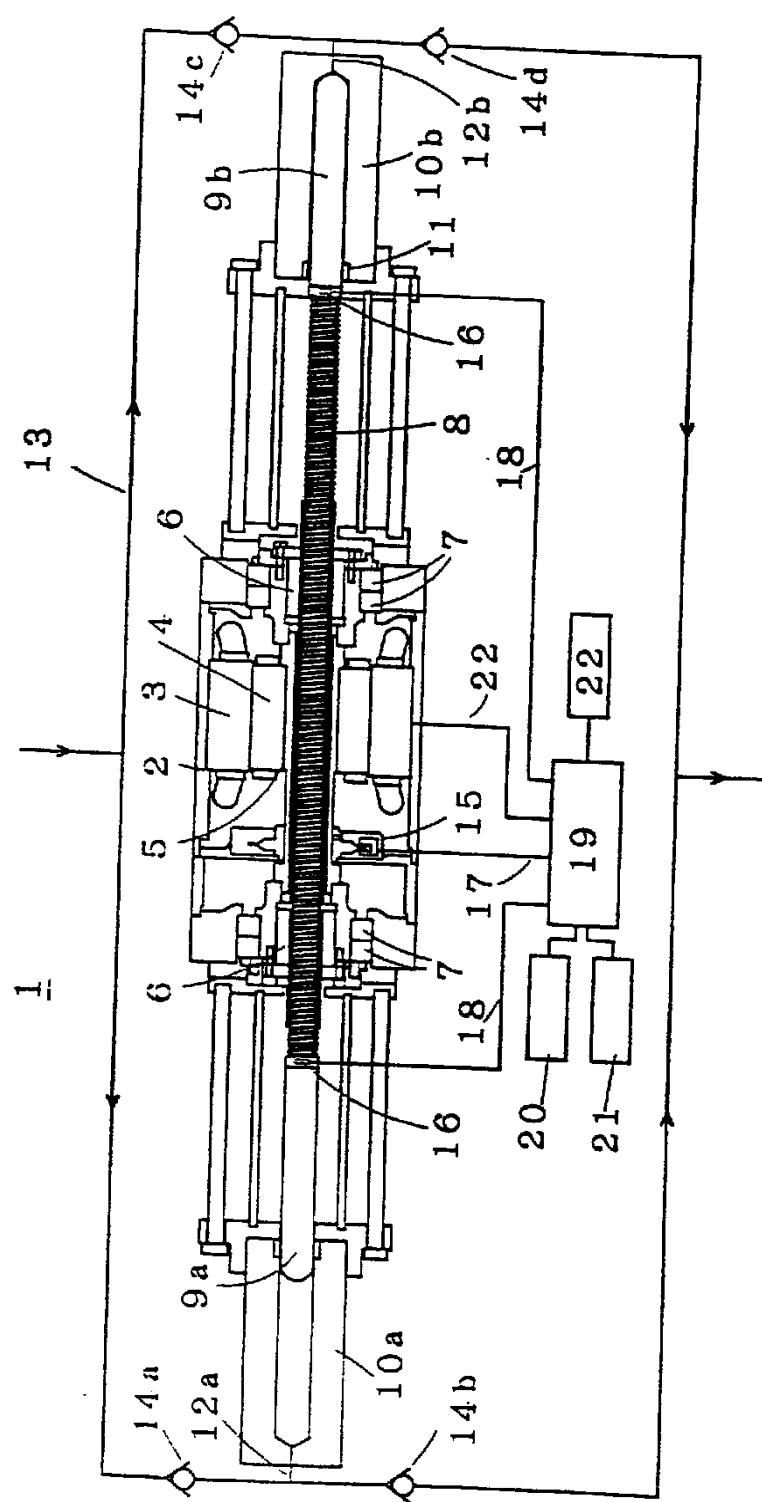


FIG. 2

